

УДК 664.657:577.15

И. А. Лазовенко, Н. В. Степычева

Ивановский государственный химико-технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В СОСТАВЕ КОМПЛЕКСНОГО УЛУЧШИТЕЛЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ СВЕЖЕСТИ ХЛЕБА

В статье исследована возможность замедления процесса черствения хлеба из пшеничной муки путем применения комплексного хлебопекарного улучшителя. Для создания композиции улучшителя были выбраны следующие компоненты: ферментный препарат Veron® M4, ксантановая и гуаровая камеди в соотношении 1:9 и сухая пшеничная клейковина (глютен). Ферментный препарат Veron® M4 с активностью грибной α -амилазы позволяет снизить скорость ретроградации крахмала и способствует ослаблению структуры мякиша при хранении. Для определения оптимального композиционного состава комплексного улучшителя была проведена серия опытов с реализацией симплекс-центроидных планов Шеффе. Разработанный комплексный улучшитель, максимально продлевающий свежесть хлеба, имеет в своем составе следующее оптимальное соотношение компонентов, % от массы муки: Veron® M4 0,008–0,009%, смесь камедей 0,3–0,5%, сухая пшеничная клейковина 2–3%. Эффективность использования улучшителя была проверена путем проведения пробных лабораторных выпечек образцов хлеба и сравнения их с контрольным образцом. Добавление комплексного улучшителя позволяет продлить срок хранения свежести хлеба до 72 ч. Образцы хлебобулочных изделий соответствуют требованиям стандарта по всем органолептическим и физико-химическим показателям.

Ключевые слова: хлеб, свежесть, улучшитель, фермент, камедь, глютен.**I. A. Lazovenko, N. V. Stepycheva**

Ivanovo State University of Chemistry and Technology

USE OF ENZYMATIC AGENT AS CONSTITUENT OF COMPLEX BAKERY IMPROVER WITH ANTI-STALING PROPERTIES

The purpose of the work was to design the composition of complex bakery improver with anti-staling properties and to evaluate its efficiency. The enzymatic agent Veron® M4 with fungal α -amylase activity, dry wheat gluten and the mixture of xanthan and guar gums were chosen as the constituents of the improver. This composition provides reduction of starch retrogradation in bread crumb, formation of stable and more elastic protein network, and allows reducing a rate of bread crumb dehydration during the storage process.

In order to determine optimal components ratio in the improver Sheffe simplex-centroid experiment planning was used. Components dosage acted as variables. The variability intervals were determined at the preliminary stage of the study. The response factors were water saturation factor and compressibility of bread crumb after 72 hours of storage. The optimal components ratio was calculated (namely, % on flour basis: enzymatic agent 0.008–0.009, gums mixture 0.3–0.5, gluten 2–3). Anti-staling properties of the improver were proved by laboratory baking tests. The developed improver allows extending shelf-life of wheat bread up to 72 hours.

Key words: bread, staling, improver, enzyme, gum, gluten.

Введение. Быстрое усыхание и черствение хлебобулочных изделий является наиболее распространенной причиной ухудшения их товарных свойств. Существенного увеличения сроков сохранения свежести хлеба можно добиться использованием ферментных препаратов как по отдельности, так и в составе комплексных улучшителей. Добавление ферментных препаратов позволяет направленно воздействовать на основные структурные компоненты муки и теста (крахмал, белки, пентозаны, липиды), регулируя, таким образом, свойства теста и ход технологического процесса [1].

Главными задачами, решаемыми с помощью ферментов, являются: сокращение производственного цикла за счет интенсификации процессов тестоприготовления, стабилизация свойств сырья, получение хлеба стабильно высокого качества, способного дольше сохранять свою свежесть [2, 3].

Цель работы заключается в разработке комплексного улучшителя с использованием ферментных препаратов, оптимизации его состава и исследовании эффективности применения разработанного улучшителя для замедления процесса черствения хлебобулочных изделий.

Основная часть. Препараты с амилалитической активностью широко используются в хлебопечении для корректировки хлебопекарных свойств муки и увеличения сроков сохранения свежести хлеба [4, 5]. Выбор ферментного препарата Veron® M4 с активностью единичной грибной α -амилазы обусловлен его воздействием на крахмальные цепи, связывающие кристаллы крахмала между собой, что сопровождается их разрывом и ослаблением структуры мякиша в целом. В результате этого черствение хлеба замедляется. Грибная амилаза инактивируется на ранних стадиях выпекания (50–65°C), что предотвращает риск избыточного формирования декстринов при высоких температурах. Хлеб, приготовленный с добавлением грибных амилаз, отличается сухим, нежным мякишем и лишен липкости [1].

При исследовании влияния ферментного препарата Veron® M4 дозировка препарата выбиралась на основании рекомендаций фирмы-производителя и по автолитической пробе. Максимальная дозировка фермента Veron® M4 для последующих пробных лабораторных выпечек была определена на уровне 0,03% от массы муки, поскольку хлеб, выпеченный с большей дозировкой, имел липкий, заминающийся мякиш, темноокрашенную корку, пустоты в мякише и другие дефекты.

Влияние ферментного препарата на замедление процесса черствения хлеба определяли, измеряя качественные показатели мякиша – сжимаемость и коэффициент водопоглощения через 48, 72 и 120 ч хранения изделий без упаковки. На основе полученных данных построены экспериментальные зависимости с разными дозировками ферментного препарата по сравнению с контрольным образцом (рис. 1 и 2). Из графиков видно, что лучшие результаты показал хлеб с добавлением фермента в количестве 0,01% от массы муки. По сравнению с контролем использование ферментного препарата Veron® M4 в такой дозировке позволяет значительно увеличить сжимаемость мякиша в 1,5 раза и снизить коэффициент водопоглощения в среднем на 20% через 72 ч хранения. Замедление черствения хлеба объясняется изменениями в структуре и свойствах крахмала под действием α -амилаз.

Частичный гидролиз амилопектина с образованием соединений меньшей молекулярной массы позволяет снизить скорость его ретроградации и уменьшить размеры образующихся при этом кристаллов. В результате образуется более прочная сеть, внутри которой дальнейшие перестроения молекул биополимеров и взаимодействия между ними затруднены и протекают с меньшей скоростью [1].

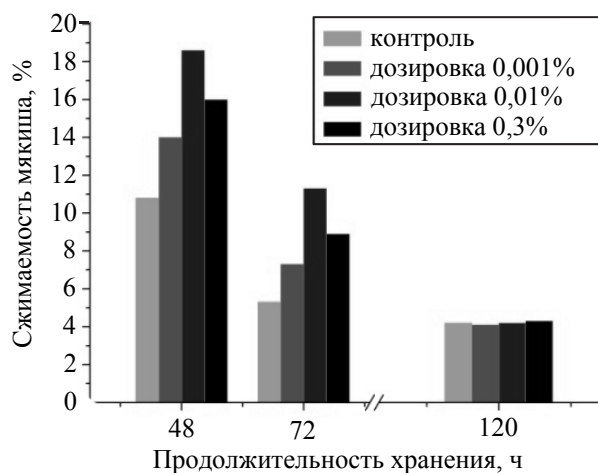


Рис. 1. Зависимость сжимаемости мякиша от дозировки ферментного препарата при разных сроках хранения хлеба

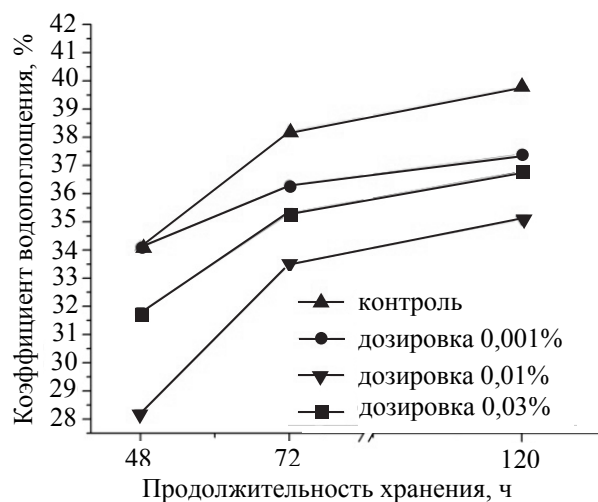


Рис. 2. Зависимость коэффициента водопоглощения мякиша от дозировки ферментного препарата при разных сроках хранения хлеба

Для создания модели композиции в качестве максимальной дозировки была выбрана допустимая дозировка фермента в количестве 0,03% от массы муки, поскольку превышение данного значения приведет к липкости мякиша хлеба.

Для создания комплексного улучшителя были выбраны следующие компоненты: ферментный препарат Veron® M4 с активностью грибной α -амилазы, ксантановая и гуаровая камеди в соотношении 1:9 и сухая пшеничная клейковина (глютен). Состав комплексного улучшителя был определен в ходе предварительных исследований.

Для определения эффективности совместного использования выбранных улучшителей, а также для определения оптимального состава

смеси была проведена серия опытов с реализацией симплекс-центроидных планов Шеффе с последующим графическим отображением предполагаемого эффекта в виде диаграмм «состав – свойство».

В качестве варьируемых факторов были выбраны дозировки смеси камедей, глютен и ферментного препарата. Функцией отклика (зависимой переменной) являлись изменение коэффициента водопоглощения мякиша и его сжимаемость. Вычислительный эксперимент состоял в получении поверхности отклика по модели при варьировании значений переменных по всему факторному пространству. Проведена серия опорных экспериментов, в которых значения функции отклика определены при различных фиксированных соотношениях компонентов. Полученные данные были описаны полиномом неполного третьего порядка. Коэффициенты полиномов получены с использованием свойства насыщенности плана [6].

Согласно полученной модели была построена диаграмма «состав – свойства». Линии уровня функции отклика нанесены в площади треугольника для наглядного изображения изменения параметров при варьировании состава улучшителя. Это позволяет на практике прогнозировать качество готовых изделий при выбранном соотношении компонентов.

Полученная диаграмма свойств трехкомпонентной смеси представлена на рис. 3, исходя из которой можно спрогнозировать оптимальную область композиционного состава улучшителя. Разработанный комплексный улучшитель максимально продлевающий свежесть хлеба имеет в своем составе следующее оптимальное соотношение компонентов, % от массы муки: Veron[®] M4 0,008–0,009%, смесь камедей 0,3–0,5%, глютен 2–3%.

Диаграмма для коэффициента водопоглощения мякиша (рис. 4) носит обратный характер, однако оптимальная область находится примерно в этих же пределах.

На основе сравнения двух диаграмм был выбран конкретный композиционный состав хлебопекарного улучшителя, % от массы муки:

- Veron[®] M4 0,009;
- смесь камедей 0,35;
- глютен 2,0.

Заключение. Для замедления процесса черствения хлеба был проведен выбор компонентов хлебопекарного улучшителя, который включал в себя смесь гуаровой и ксантановой камедей, глютен, ферментный препарат с активностью грибной амилазы.

Эффективность использования улучшителя была проверена путем проведения пробных ла-

бораторных выпечек образцов хлеба и сравнения их с контрольным образцом.

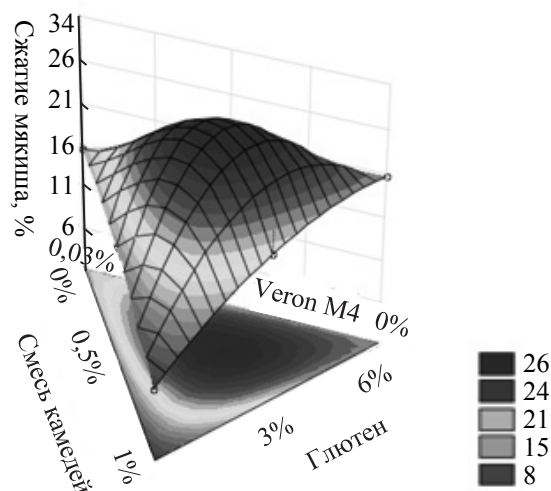


Рис. 3. Изменение сжимаемости мякиша через 72 ч хранения в зависимости от состава комплексного улучшителя

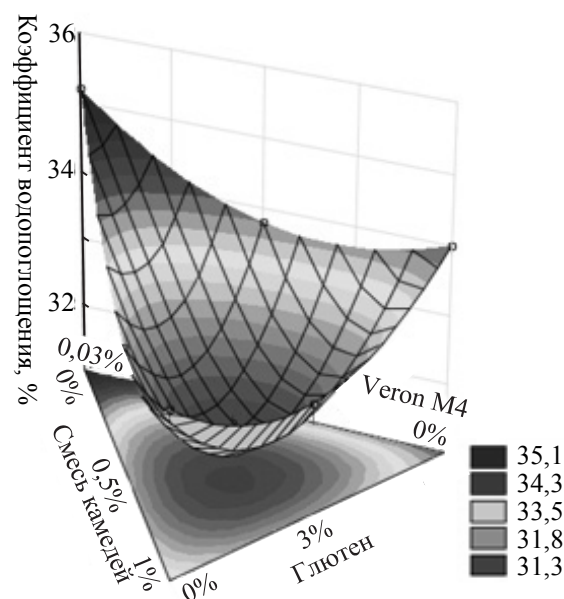


Рис. 4. Изменение коэффициента водопоглощения мякиша через 72 ч хранения в зависимости от состава комплексного улучшителя

Добавление комплексного улучшителя привело к улучшению практически всех качественных показателей хлебобулочных изделий. Использование такой добавки позволяет продлить срок хранения свежести хлеба до 72 ч. Образцы хлебобулочных изделий соответствуют требованиям стандарта по всем органолептическим и физико-химическим показателям.

Литература

1. Степычева Н. В., Кучеренко П. Н. Использование амилалитических ферментных препаратов для замедления ретроградации крахмала // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2013. Т. 56, № 8, С. 3–10.
2. Горячева А. Ф., Кузьминский Р. В. Сохранение свежести хлеба. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 240 с.
3. Enzymes in Breadmaking: Bakery Products: Science and Technology / H. Goeshart [et. al]; ed. by Y. H. Hui. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 592 p.
4. A β -cyclodextrin glycosyltransferase from a newly isolated *Paenibacillus pabuli* US132 strain: Purification, properties and potential use in bread-making / S. Jemli [et. al] // Biochemical Engineering Journal. 2007. Vol. 34. No 1. P. 44–50.
5. Staling in Starch Bread: the Effect of Antistaling alpha-amylase / K.R. Morgan [et. al.] // Starch. 1997. No 49. P. 54–59.
6. Бондарь А. Г., Статюха Г. А., Потяженко И. А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры). Киев: Вища школа, 1980. 264 с.

References

1. Stepycheva N. V., Kucherenko P. N. Retardation of starch retrogradation by amylolytic enzymes usage. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya* [Chemistry and Chemical Technology Research-Engineering Journal], 2013, vol. 56, no. 8, pp. 3–10 (in Russian).
2. Goryacheva A. F., Kuz'minskiy R. V. *Sokhraneniye svezhesti khleba* [Bread Freshness Preservation]. Moscow, Legkaya i pishchevaya promyshlennost' Publ., 1983. 240 p.
3. Goeshart H., Bebruers K., Courtin C. M., Brijs K., Delcour J. A. Enzymes in Breadmaking: Bakery Products: Science and Technology. Oxford, Blackwell Publishing, 2006. 592 p.
4. Jemli S., Messaoud E., Ayadi-Zouari D., Naili B., Khemakhem B., Bejar S. A β -cyclodextrin glycosyltransferase from a newly isolated *Paenibacillus pabuli* US132 strain: Purification, properties and potential use in bread-making. *Biochemical Engineering Journal*, 2007, vol. 34, no 1, pp. 44–50.
5. Morgan K. R., Gerrard J. A., Every D., Ross M., Gilpin M. J. Staling in Starch Bread: the Effect of Antistaling alpha-amylase. *Starch*. 1997, no. 49, pp. 54–59.
6. Bondar' A. G., Statyukha G. A., Potyazhenko I. A. *Planirovaniye eksperimenta pri optimizatsii protsessov khimicheskoy tekhnologii (algoritmy i primery)* [Experiments design in chemical technology processes optimization (algorithms and examples)]. Kiev, Vishcha shkola Publ., 1980. 264 p.

Информация об авторах

Степычева Наталья Вадимовна – кандидат химических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии. Ивановский государственный химико-технологический университет (153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7, Российская Федерация). E-mail: laki@isuct.ru

Лазовенко Ирина Анатольевна – магистрант факультета органической химии и технологии. Ивановский государственный химико-технологический университет (153000, г. Иваново, Шереметевский пр., 7, Российская Федерация). E-mail: lazovenko.ira@yandex.ru

Information about the authors

Stepycheva Natal'ya Vadimovna – Ph. D. Chemistry, associate professor, Department of Food Technology and Biotechnology. Ivanovo State University of Chemistry and Technology (7, Sheremetevskiy Ave., 153000, Ivanovo, Russian Federation). E-mail: laki@isuct.ru

Lazovenko Irina Anatol'yevna – undergraduate student, Faculty of Organic Chemistry and Technology. Ivanovo State University of Chemistry and Technology (7, Sheremetevskiy Ave., 153000, Ivanovo, Russian Federation). E-mail: lazovenko.ira@yandex.ru

Поступила 15.01.2015